

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①⑫ Patentschrift
①⑪ DE 38 17 500 C 1

⑤① Int. Cl. 4:
G 01 R 19/00

②① Aktenzeichen: P 38 17 500.2-35
②② Anmeldetag: 21. 5. 88
④③ Offenlegungstag: —
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 5. 10. 89



DE 38 17 500 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Rohde & Schwarz GmbH & Co KG, 8000 München,
DE

⑦④ Vertreter:

Graf, W., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8000 München

⑦② Erfinder:

Danzeisen, Klaus, Dipl.-Ing., 8032 Gräfelfing, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 28 04 867 A1
COENNING, F.: »Automatic Level Measuring System
for Frequencies Between 200 Hz and 100 MHz«, In:
IEEE Transactions on Instrumentation and
Measurement, Vol. IM-20, Nr. 4, Nov. 1971, S. 225-230;
MILDE, H.: »Messung von Störsignalen«, In: radio
fernsehen elektronik 21 (1972) H. 16, S. 534-536;

⑤④ Verfahren zum Messen von Funkstörspannungen

Zum Messen von Funkstörspannungen in einem vorgege-
benen Frequenzbereich werden während des Durchstim-
mens des Frequenzbereiches die Spitzenspannungswerte
gemessen; wenn hierbei ein vorbestimmter Grenzwert über-
schritten wird, wird der Durchstimmvorgang unterbrochen
und bei dieser momentanen Frequenz wird dann eine bewer-
tende Messung durchgeführt.

DE 38 17 500 C 1

Beschreibung

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Messen von Funkstörspannungen oder von in solche umgewandelten Funkstörgrößen (Störströme oder Störfeldstärken) innerhalb eines vorgegebenen Frequenzbereiches.

Die Messung von Funkstörgrößen wie Funkstörspannung, -strom, -leistung oder -feldstärke ist nach nationalen und internationalen Normen (beispielsweise nach CISPR-, VDE- bzw. FCC-Norm) durch Meßvorschriften und Grenzwerte festgelegt.

Eine dieser Meßvorschriften ist beispielsweise die Spitzenspannungsmessung, bei der die beim Durchstimmen des Frequenzbereiches gemessenen Spitzenspannungswerte mit einem vorgegebenen sogenannten Breitbandgrenzwert verglichen werden. Eine andere Meßvorschrift ist die sogenannte bewertende Messung, auch Quasi-Peak-Messung genannt, bei der die Störspannungen bei der Messung mit vorbestimmten genormten Zeitkonstanten bewertet werden, beispielsweise wiederum nach CISPR-Norm (ähnliche Bewertungsschaltungen zur bewertenden Messung mit verschiedenen Zeitkonstanten für Störgeräuschsignale sind beschrieben in radio fernsehen elektronik 21, 1972, Heft 16, S. 534 bis 536). Diese unterschiedlichen Messungen am Meßobjekt werden bisher stets nacheinander durch entsprechendes Durchstimmen des gesamten Frequenzbereiches durchgeführt. Die Spitzenwertmessung kann dabei relativ schnell durchgeführt werden, da die Meßzeit pro Spitzenwert nur etwa 30 ms beträgt, das gesamte Frequenzband also z. B. in 3 Minuten durchgestimmt werden kann. Bei der bewertenden Messung schreibt die Norm jedoch bestimmte Lade- und Entladezeitkonstanten vor, die dazu führen, daß eine solche bewertende Messung mindestens jeweils eine Sekunde dauert. Die Meßdauer für eine solche bewertende Messung innerhalb des gesamten Frequenzbereiches dauert also über eine Stunde.

Bei Spektrumanalysen ist es zur Auswertung von Rauschen an sich bekannt, beim kontinuierlichen Durchstimmen eines vorbestimmten Frequenzbereiches sowohl den maximalen als auch den minimalen Spitzenspannungswert zu messen (Spektrumanalysator hp 8568 der Firma Hewlett-Packard).

Zum Messen von am Analog-Ausgang des Empfangsteiles eines digitalen Nachrichtenübertragungssystems auftretenden Störimpulsen, die durch Bit-Fehler hervorgerufen sind, ist es bekannt, am Analog-Ausgang einen selektiven Spannungsmesser anzuschalten, der über einen vorzugsweise verstellbaren Bandpaß mit schmaler Durchlaßkurve in einem schmalen Frequenzbereich des durch einen Störimpuls entstehenden Frequenzspektrums die Amplitude des Störimpulses mißt, wobei gleichzeitig dafür gesorgt ist, daß dieser schmale Frequenzbereich freigehalten ist von analogen Nutzsignalen (DE-OS 28 04 867). Eine Durchstimmung des Bandpasses ist hier nicht vorgesehen.

Bei einem automatischen Pegelmeßsystem ist es ferner bekannt, das Meßobjekt aus einem Wobbelgenerator mit einem vorbestimmten Pegelprogramm zu speisen und über einen frequenzselektiven Pegelmesser am Ausgang des Meßobjektes die dort entstehenden Pegel zu messen und mit vorbestimmten maximalen bzw. minimalen Toleranzwerten zu vergleichen (Coenning, "Automatic Level Measuring System für Frequencies Between 200 Hz and 100 MHz" in IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol. IM-20, Nr. 4,

November 1971, S. 225 bis 230). Hierbei ist über die den Wobbelgenerator und den selektiven Pegelmesser steuernde Steuerschaltung auch schon die Möglichkeit vorgesehen, den automatischen Meßablauf zu unterbrechen, wenn vorbestimmte Toleranzwerte über- oder unterschritten werden.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Messen von Funkstörspannungen aufzuzeigen, das in kürzester Zeit die Ausführung der gewünschten Messungen ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren laut Hauptanspruch gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Mit dem erfindungsgemäßen Meßverfahren ist es möglich, in kürzester Zeit Funkstörspannungs-Messungen an einem Meßobjekt durchzuführen und auszuwerten. Wird bei dem erfindungsgemäßen Meßverfahren festgestellt, daß der beim Durchstimmen des Frequenzbereiches im Moment gemessene maximale Spitzenspannungswert den nach der Norm vorgegebenen Grenzwert überschreitet, so wird der Durchstimmvorgang sofort unterbrochen. Gleichzeitig wird dann auch der während des Durchstimmens gemessene und gespeicherte minimale Spitzenspannungswert ausgewertet und mit dem die Unterbrechung auslösenden maximalen Spannungswert verglichen. Wird hierbei festgestellt, daß diese beiden Meßwerte unterschiedlich groß sind, so kann die weitere Aussage getroffen werden, daß das bei dieser Frequenz gemessene Störsignal moduliert ist, beispielsweise mit einer Impuls-Amplitudenmodulation. Damit kann gleichzeitig die Aussage getroffen werden, daß es sich hierbei um einen Breitbandstörer handelt, der je nach Modulationsart ein mehr oder weniger breites Störspektrum erzeugt. Außerdem wird durch diese Feststellung der unterschiedlich großen Meßwerte dann automatisch die bewertende Messung des Störsignales ausgelöst und das an sich bereits als Breitbandstörsignal erkannte Störsignal wird dann beispielsweise wiederum nach CISPR-Norm mit vorbestimmten Zeitkonstanten bewertend gemessen, so daß weitere detailliertere Aussagen über die Art des Störsignales getroffen werden können.

Wird bei einem solchen Meßvorgang nach dem Anhalten des Durchstimmvorgangs (Überschreiten des vorgegebenen Grenzwertes durch den jeweils gemessenen maximalen Spitzenspannungswert) festgestellt, daß maximaler Spitzenspannungswert und minimaler Spitzenspannungswert gleich groß sind, so kann die Aussage getroffen werden, daß es sich um einen Schmalbandstörer handelt, der keine Modulation aufweist (reines Sinussignal) und bei dem daher eine bewertende Messung nicht erforderlich ist.

Besonders vorteilhaft ist es, bei der bewertenden Messung eines als moduliertes Störsignal erkannten Störers zusätzlich noch festzustellen, mit welcher Folgefrequenz das Störsignal zwischen maximalem und minimalem Spitzenspannungswert schwankt, da die Meßschaltungen zur bewertenden Messung (beispielsweise nach CISPR-Norm) über den Ausgangsspannungswert auch noch erkennen lassen, wie groß die Folgefrequenz des bewerteten Signals ist. In der eigentlichen Auswertung können aus diesen verschiedenen während des Durchstimmens und beim Anhalten ermittelten Meßwerten also die verschiedensten Aussagen über die Art des Störsignals getroffen und gegebenenfalls zur Anzeige gebracht werden, also beispielsweise darüber, ob es sich um ein rein impulsförmiges Störsignal, um ein Dauerstörsignal oder ein zusammengesetztes Impuls-

Dauer-Störsignal handelt. Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird die Meßdauer, in welcher festgestellt wird, ob ein bestimmtes Meßobjekt den in der Norm vorgegebenen Störgrenzwerten entspricht oder nicht, erheblich verringert, da bei Überschreiten einer vorgebaren Anzahl von zu hohen Meßwerten ein Abbruch der Messung erfolgen kann.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann besonders einfach bei bekannten eingangs erwähnten Spektrumanalysatoren verwirklicht werden, bei denen meist schon die Detektoren für maximale und minimale Spitzenspannungsmessung vorhanden sind und bei denen außerdem meist die Möglichkeit vorgesehen ist, das kontinuierliche Durchstimmen eines vorbestimmten breiten Frequenzbereiches bei Signalen zu unterbrechen, die einen vorbestimmten Grenzwert überschreiten. Um einen solchen Spektrumanalysator für die Störspannungsmessung gemäß der Erfindung benutzen zu können ist es nur noch nötig, eine zusätzliche bekannte Meßschaltung zur bewertenden Messung nach der gewünschten Norm und ein Steuerprogramm zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorzusehen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand einer schematischen Zeichnung an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

Die Figur zeigt das Blockschaltbild eines Spektrumanalysators, ergänzt zur Ausführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens. Das zu messende Störsignal wird dem Eingang des in der Frequenz durchstimmbaren Hochfrequenzempfängers 1 zugeführt, das erzeugte Zwischenfrequenzsignal wird über einen Bandpaß 2 einem Hüllkurvengleichrichter 3 und über einen Schalter 4 einem Spitzenspannungsmesser 5 zugeführt. Dieser Spitzenspannungsmesser 5 ist so ausgebildet, daß er während des Durchstimmens des gesamten Frequenzbereiches den jeweils auftretenden maximalen Spitzenspannungswert mißt und speichert. Dieses Messen des jeweils maximalen Spitzenspannungswertes erfolgt in bekannter Weise während des Durchstimmens in einem durch die Empfängerkonstruktion vorgegebenen Zeitfenster. Ein zweiter Spitzenspannungsmesser 6 mißt während des Durchstimmvorganges in dem vorgegebenen Zeitfenster gleichzeitig den jeweils minimalen Spitzenspannungswert, der ebenfalls gespeichert wird. Das Ausgangssignal des Hüllkurvengleichrichters 3 wird außerdem noch einer bekannten Meßschaltung 7 zur bewertenden Messung beispielsweise nach CISPR-Norm zugeführt. Diese Meßschaltung 7 besteht aus der eigentlichen Bewertungsschaltung 8, einer Instrumentennachbildung 9 und einem Speicher 10 zum Speichern des bewertenden Meßwertes. Das Ausgangssignal des Schalters 4 kann zusätzlich noch eine Mittelwert-Meßschaltung 11 mit nachgeordnetem Mittelwertspeicher 12 zugeführt werden. Diegänge der Meßschaltungen 5, 6, 7, 12 sind über einen Umschalter 13 mit einem Analog/Digital-Wandler 14 verbunden, die digitalisierten Ausgangssignale werden in einem Mikroprozessor 15 ausgewertet und in einem digitalen Bildspeicher 16 gespeichert und können auf einem Sichtgerät 17 zur Anzeige gebracht werden. Die Bandbreite des Bandpasses 2 ist entsprechend der vorgegebenen Bandbreite der bewertenden Messung 7 gewählt, und durch diesen Bandpaß wird die Anstiegs- und Abfallzeit des eingangsseitig zugeführten Zwischenfrequenzsignals bestimmt. Im Mikroprozessor 15 sind die nach der Norm vorgegebenen Grenzwerte für die Spitzenspannungsmessung bzw. die bewertende Messung und ggf. auch für die Mittelwertmessung abgespeichert.

Zur Störspannungsmessung eines Meßobjektes wird der Hochfrequenzempfänger 1 in dem vorgegebenen Frequenzbereich von beispielsweise 0,15 bis 30 MHz durchgestimmt. Dabei wird jeweils gleichzeitig über den Maximal-Spitzenspannungsmesser 5 der maximale Spitzenspannungswert und über den Minimal-Spitzenspannungsmesser der jeweils minimale Spitzenspannungswert gemessen und gespeichert. Sobald über den Mikroprozessor 15 festgestellt wird, daß ein durch den Maximal-Spitzenspannungsmesser 5 gemessenes Signal den für diese Frequenz durch die Norm vorgegebenen Breitbandgrenzwert überschreitet, wird der Durchstimmvorgang des Empfängers unterbrochen. Wird dann festgestellt, daß der maximale und minimale Spitzenspannungswert gleich groß sind, so steht fest, daß es sich um ein in der Amplitude nichtschwankendes Dauer-signal 20 handelt, das Meßobjekt also ein Schmalbands-törer ist. Wird dagegen festgestellt, daß maximaler und minimaler Spitzenspannungswert unterschiedlich groß sind, der Störer also ein moduliertes Signal 21 oder ein beispielsweise impulsförmig schwankendes Signal 22 ist, so steht fest, daß es sich hierbei um ein Breitbandstörsignal handelt. In diesem Fall kann durch die anschließende bewertende Messung mittels der Meßschaltung 7 festgestellt werden, ob das Meßobjekt als Störer zurückgewiesen werden muß, den erst wenn der Meßwert der bewertenden Messung ebenfalls den hierfür vorgegebenen Grenzwert überschreitet, steht fest, daß das Meßobjekt die Forderung der Norm nicht erfüllt.

Um die Auslesephase für das Auslesen der Meßergebnisse aus der Bewertungsschaltung 8 frei von Pegeländerungen zu halten, ist der zusätzliche Schalter 4 vorgesehen, der während der Auslesephase durch ein entsprechendes Steuersignal 18 geöffnet wird. Nach dem Auslesen der Meßergebnisse aus dem Speicher 10 der bewertenden Meßschaltung 7 in den A/D-Wandler 14 und in den Mikroprozessor 15 werden alle Speicher der Meßschaltungen 5, 6, 7 und 12 über ein entsprechendes Löschesignal 19 wieder gelöscht und stehen dann für einen neuen Meßvorgang zur Verfügung.

Wenn nicht nur ein Aussortieren von nicht störungsfreien Meßobjekten gefordert wird, sondern beispielsweise gleichzeitig auch noch eine Auskunft darüber gewünscht wird, wie hoch die Folgefrequenz des Hauptanteiles der Amplitudenmodulation des Störsignales ist, so kann dies zusätzlich noch bei der bewertenden Messung in der Meßschaltung 7 festgestellt werden. Aus der genormten Kennlinie 23 der Meßschaltung 7 zur bewertenden Messung kann nämlich über die Größe des Ausgangspegels p festgestellt werden, wie groß die Folgefrequenz f des bewerteten Störsignales ist (bekannt nach CISPR 16, 1987, Seite 196). Damit steht im Mikroprozessor zusätzlich auch noch als Ergebnis eine mittlere Folgefrequenz des Störsignales zur weiteren Auswertung zur Verfügung. Bei Bedarf kann zusätzlich auch noch der Mittelwert des Störsignals gemessen und im Mikroprozessor 15 mit den zugehörigen genormten Grenzwerten verglichen werden und auch diese Werte stehen dann zur weiteren Auswertung im Bildspeicher 16 zur Verfügung.

Nach dem Durchstimmen des gesamten Meßbereiches können so beispielsweise auf dem Bildschirm zusammen mit dem üblichen Gesamtspektrum 24 alle auch bei der bewertenden Messung den vorgegebenen Grenzwert überschreitende Signale 25 nach der Frequenz dargestellt werden, wobei gegebenenfalls zusätzlich auch noch die zugehörigen Änderungsfrequenzen dieser Störsignale mit dargestellt oder bei Bedarf vom

Benutzer aus dem Speicher 16 abgefragt werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Messen von Funkstörspannungen in einem vorgegebenen Frequenzbereich, **dadurch gekennzeichnet**, daß während des Durchstimmens des Frequenzbereiches sowohl der jeweils maximale als auch der jeweils minimale Spitzenspannungswert gemessen wird, der jeweils gemessene maximale Spitzenspannungswert mit einem vorbestimmten Grenzwert verglichen wird und beim Überschreiten dieses Grenzwertes der Durchstimmvorgang unterbrochen wird, und dann bei dieser momentanen Frequenz eine bewertende Messung durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei unterbrochenem Durchstimmvorgang nur dann eine bewertende Messung durchgeführt wird, wenn der maximale und minimale Spitzenspannungswert unterschiedlich groß sind.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem Ergebnis der bewertenden Messung die Folgefrequenz des Störsignales ermittelt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei unterbrochenem Durchstimmvorgang gleichzeitig auch noch der Mittelwert der Störspannung gemessen wird.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen



